

La qualitat de l'aire al Vallès Oriental

Fulvio Amato (IDAEA, CSIC), Andrés Alastuey (IDAEA, CSIC), Eva Pérez (DGQA, Generalitat de Catalunya), Nuria Cots (DGQA, Generalitat de Catalunya) i Xavier Querol (IDAEA, CSIC)

33

Ponències
Revista del
Centre d'Estudis
de Granollers,
23 (2019), 33-63

Resum: Malgrat la gran millora de la qualitat de l'aire en la darrera dècada, la comarca del Vallès Oriental incompleix alguns dels valors límit i objectius de les directives europees en aquesta matèria. Aquest incompliment afecta el diòxid de nitrogen i l'ozó però també les partícules en suspensió, de les quals s'enregistren sistemàticament concentracions per damunt dels límits recomanats per l'Organització Mundial de la Salut. En els darrers anys s'han dut a terme algunes campanyes d'investigació que han permès aclarir que el trànsit rodat i la indústria són les fonts principals de les partícules en suspensió, mentre que pel que fa a l'NO₂, els vehicles dièsel són la font dominant, però no es pot descartar una contribució industrial. És necessari intensificar la recerca per tal d'identificar la contribució de la combustió de biomassa residencial, industrial i agrícola, i per avaluar l'eficàcia de mesures de millora a escala local, regional i estatal.

Paraules clau: contaminació atmosfèrica, diòxid de nitrogen, partícules en suspensió, fonts d'emissió.

Abstract: Despite the great improvement in air quality over the last decade, the Vallès Oriental region fails to meet some of the limits and objectives of european directives in this area. This breach affects nitrogen dioxide and ozone but also suspended particles, which systematically record concentrations over the limits recommended by the World Health Organization. In recent years, some research campaigns have been carried out that have made it clear that road traffic and industry are the main sources of suspended particles, while diesel vehicles are the dominant source for NO₂, but industrial contribution cannot be ignored. It is necessary to intensify research in order to identify the contribution of the combustion of residential, industrial and agricultural biomass, and to evaluate the effectiveness of improvement measures at local, regional and national levels.

Keywords: atmospheric pollution, nitrogen dioxide, atmospheric particulate matter, emission sources.

Data de recepció: febrer 2019; versió definitiva: març 2019.

1. Introducció

La contaminació atmosfèrica és la modificació de les característiques naturals de l'atmosfera, causada per agents físics, químics i biològics, que implica riscos o danys per als éssers humans i el medi ambient. L'anàlisi d'aquests aspectes es fa a diferents escales:

34

a) Microescala: és la més percebuda per la població. Es refereix a un context urbà, industrial o rural i es tracta de l'impacte de les seves pròpies emissions. En són factors importants, en particular, el trànsit rodat, les emissions domèstiques, els ports i aeroports, la construcció i demolició, la indústria i l'agricultura.

b) Mesoescala o escala mitjana: es considera que els contaminants poden viatjar a distàncies considerables de la seva font d'emissió, fins a desenes o centenars de quilòmetres, de manera que afecten regions lluny de la de producció. En són exemples la pluja àcida, el transport de contaminants orgànics persistents i mercuri, el transport d'O₃ troposfèric i l'eutrofització per dipòsit atmosfèric de contaminants. En particular, la pluja àcida es deu a emissions de diòxid de sofre (SO₂) i òxids de nitrogen (NOx) de focus concrets que s'oxiden i es transformen en àcid sulfúric i nítric (H₂SO₄ i HNO₃).

c) Escala global: tot i que la contaminació sempre és derivada de fonts puntuals, ja siguin d'origen natural o antròpic, pot afectar l'atmosfera a escala global; per exemple, les emissions de gasos específics produeixen l'escalfament climàtic i la destrucció de la capa d'O₃ estratosfèric.

El concepte *qualitat de l'aire* defineix el grau de contaminació local i regional (microescala i mesoescala) que té un impacte directe en la salut de les persones i dels ecosistemes. La qualitat de l'aire està protegida i regulada per les directives europees 2008/50/CE i 2004/107/CE, que regulen un nombre considerable de contaminants (taula 1). Aquesta normativa neix de l'evidència científica dels efectes de la contaminació atmosfèrica en la salut.

Aquest article té com a objectiu resumir l'estat actual i les tendències dels darrers anys de la qualitat de l'aire al Vallès Oriental a partir de dades de la monitorització oficial, així com de campanyes de mesura intenses amb caràcter de recerca científica. Després de la introducció, en l'apartat 2 s'introdueixen els contaminants crítics (diòxid de nitrogen, ozó superficial o troposfèric, benzo(a)pirè, les partícules en suspensió PM10 i PM2.5) i el grau de compliment de la normativa a escala europea. A continuació s'analitza el cas del Vallès Oriental a partir de les campanyes d'investigació que s'han portat a terme. S'acaba amb unes breus conclusions sobre el grau de compliment de la normativa europea i recomanacions.

Ponències
Revista del
Centre d'Estudis
de Granollers,
23 (2019), 33-63

Taula 1. Resum dels valors límit i objectius de les directives europees 2008/50/CE i 2004/107/CE de qualitat de l'aire

Contaminant	Valor mitjà màxim permès	Període de mitjana	Tipus de valor i data d'obligatorietat de compliment	Superacions permeses
Partícules en suspensió PM2.5	25 µg/m ³	1 any	Límit des de 1.1.2015	n/a
Indicador d'exposició mitjana (AEI) al PM2.5	20 µg/m ³ Depèn de l'AEI (0-20%)		Límit des de 1.1.2020	n/a
Diòxid de sofre (SO ₂)	350 µg/m ³	1 any	Límit des de 1.1.2005	n/a
	125 µg/m ³	24 hores	Límit des de 1.1.2005	3 dies/any
Diòxid de nitrogen (NO ₂)	200 µg/m ³	1 hora	Límit des de 1.1.2010	18 hores/any
	40 µg/m ³	1 any	Límit des de 1.1.2010	n/a
Partícules en suspensió PM10	50 µg/m ³	24 hores	Límit des de 1.1.2005	35 dies /any
	40 µg/m ³	1 any	Límit des de 1.1.2005	n/a
Plom (Pb)	0.5 µg/m ³	1 any	Límit des de 1.1.2005	n/a
Monòxid de carboni (CO)	10 mg/m ³	Mitjana octohorària màxima del dia	Límit des de 1.1.2005	n/a
Benzè	5 µg/m ³	1 any	Límit des de 1.1.2010	n/a
Ozó	120 µg/m ³	Mitjana octohorària màxima del dia	Objectiu des de 1.1.2010	25 dies/any com a mitjana de 3 anys
Ozó	120 µg/m ³	Mitjana octohorària màxima del dia	Objectiu a llarg termini	n/a
Arsènic (As)	6 ng/m ³	1 any	Objectiu des de 31.12.2012	n/a
Cadmi (Cd)	5 ng/m ³	1 any	Objectiu des de 31.12.2012	n/a
Níquel (Ni)	20 ng/m ³	1 any	Objectiu des de 31.12.2012	n/a
Benzo(a)pirè	1 ng/m ³	1 any	Objectiu des de 31.12.2012	n/a

Nota: n/a: no s'aplica.

Font: directives europees 2008/50/CE i 2004/107/CE.

2. Els contaminants crítics

Una gran part dels valors límit i objectius fixats per la Unió Europea són bastant menys estrictes que els valors màxims recomanats per l'Organització Mundial de la Salut (OMS). La taula 2 mostra les diferències entre els valors regulats per la normativa europea i els valors recomanats per l'OMS, així com el percentatge de població exposada a concentracions per sobre d'aquests llindars en ambdós casos.

Taula 2. Percentatge de la població urbana europea (EU-28) exposada a nivells de contaminants superiors als valors límit de la UE i dels recomanats per l'OMS (2016)

Contaminant	Valor límit UE	Estimació de l'exposició (%)	Valor recomanat per l'OMS	Estimació de l'exposició (%)
PM2.5	25	6-8	10	74-85
PM10	50	13-19	20	42-52
O ₃	120	7-30	100	95-98
NO ₂	40	7-8	40	7-8
BaP	1	20-24	0.12	85-90
SO ₂	125	<1	20	21-38

Font: EEA (2018).

L'estudi *Global Burden of Disease* classifica la contaminació atmosfèrica per partícules en suspensió PM2.5 com la sisena font (la primera de caràcter ambiental) de risc d'increment de mortalitat prematura més important (*disability-adjusted life-years, DALY*) en l'àmbit global,¹ i responsable de 4,2 milions de morts prematures en 2016. Al continent asiàtic, és la cinquena font més important.²

Més del 80% de la població europea està exposada a nivells nocius de contaminació atmosfèrica segons l'OMS, fet que provoca més de mig milió de morts prematures a Europa i més de 100 milions de DALY.³

Els paràmetres més crítics a Europa considerant el seu impacte en la salut i en el grau d'incompliment de la normativa són les partícules en suspensió (PM2.5 i PM10), el NO₂, l'O₃ i el benzo(a)pirè (BaP). L'Agència de Medi Ambient Europea (EEA) estima a Europa, l'any 2015, 391.000 morts prematures anuals causades per PM2.5, 76.000 per NO₂ i 13.000 per O₃.

Els estudis epidemiològics indiquen que la causa més important d'increment de la mortalitat per causa de la baixa qualitat de l'aire és l'agreuiment de malalties cardiovasculars, seguides de les respiratòries.

A més a més, alguns nous estudis estan indicant un rol important en el desenvolupament de condicions cròniques de malalties importants com la diabetis i l'obesitat i també la desacceleració del desenvolupament cognitiu en nens.⁴ Aquests impactes podrien empitjorar en el futur degut a la creixent urbanització i l'envelliment de la població.

¹ GBD (2016).

² OMS (2016).

³ GBD (2015); EEA (2018); OECD (2017).

⁴ J. SUNYER *et al.* (2015); I. C. EZE *et al.* (2014).

2.1. El diòxid de nitrogen (NO₂)

El valor límit anual d'NO₂ és el paràmetre normatiu que més s'incompleix a les ciutats europees. Dels 39 estats europeus, 19 van reportar superacions dels valors límit legals tant anuals com horaris (taula 1). El 88% de les superacions es registren en estacions de trànsit, 10% urbanes o suburbanes de fons i 2% industrials; en canvi, no se'n registra cap a les rurals, dada que indica clarament que el trànsit és la font principal del problema. En la figura 1 tots els punts amb concentracions superiors a 40 µg/m³ van incomplir la Directiva 2008/50/CE l'any 2016.

37

Ponències
Revista del
Centre d'Estudis
de Granollers,
23 (2019), 33-63

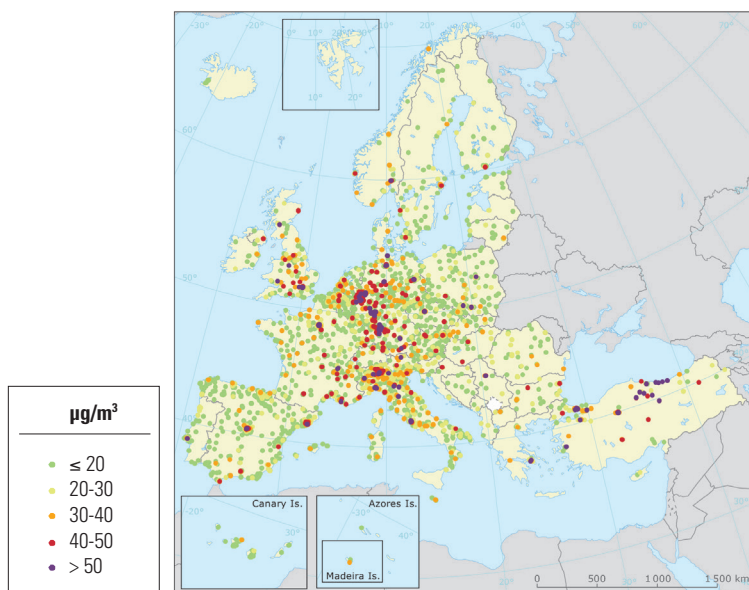


Figura 1. Mapa europeu de concentracions anuals de NO₂ (2016). Font: EEA (2018).

Encara que els inventaris d'emissió d'Europa estimen en només un 39% la contribució mitjana del trànsit a les emissions de NO_x³, s'ha de considerar que les emissions del trànsit rodat es produeixen molt més a prop dels receptors (ciutadans), respecte a les del sector industrial i de producció d'energia, i, per tant, la contribució efectiva a l'exposició dels ciutadans és molt superior a aquest 39%.

Un punt crític per l'NO₂ va ser l'escàndol *Dieselgate*, quan, al setembre de 2015, l'Agència Americana de Protecció del Medi Ambient (US-EPA) va demostrar que molts vehicles de Volkswagen que es venien a Amèrica tenien un dispositiu per activar controls d'emissió només durant les proves

d'emissió de laboratori i no durant la circulació real. L'escàndol, a més de conscienciar sobre les emissions de NOx dels vehicles dièsel, va provocar també canvis molt necessaris en els cicles de conducció utilitzats en la prova d'homologació, i es va passar del poc representatiu *New Emission Driving Cycle (NEDC)* al *Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles (WLTP)*. El primer, desenvolupat en gran mesura durant els anys 1970, consistia en quatre cicles de conducció urbana repetits i un cicle de conducció extraurbana, poc representatiu de les emissions en condicions de circulació urbana real. Per respondre als nous reptes, la Comissió Europea va decidir introduir un nou procediment de prova a partir de setembre de 2017, un procediment de prova de vehicle lleuger harmonitzat a nivell mundial. L'esperança és que el WLTP pugui subministrar unes dades més realistes i fiables sobre les emissions de NOx, que reflecteixin millor les condicions reals de circulació urbana.

Mentre el mercat automobilístic europeu s'adequa a la nova normativa, és necessari que les administracions estatals, regionals i locals prenguin mesures no tecnològiques per a reduir les concentracions de NO₂ en l'aire ambient. En la web *cleanaircities.net* es pot descarregar una guia completa de les mesures aconsellades segons l'experiència europea.⁵ Aquestes mesures inclouen, en primer lloc, la millora del transport públic metropolità, la reducció del nombre de vehicles circulants i la prohibició de la circulació dels vehicles més contaminants. A més a més, són necessàries mesures per reduir l'exposició, com ara allunyar del trànsit rodat els receptors més vulnerables, i mesures específiques (electrificació sobretot) per a dos sectors d'emissions molt importants en l'àmbit urbà, com són els taxis i la distribució urbana de mercaderies.

2.2. L'ozó superficial (o troposfèric)

L'O₃ superficial és un contaminant gasós secundari, és a dir no emès directament per cap font sinó format a l'atmosfera a partir de reaccions fotoquímiques de precursors (òxids de nitrogen i compostos orgànics volàtils (COV) emesos pel trànsit rodat, la indústria i la combustió de biomassa, entre d'altres) en presència de radiació solar i altes temperatures.

Degut a aquest origen secundari, l'O₃ és un contaminant crític per a les zones suburbanes i rurals pròximes a grans conurbacions, perquè les reaccions de formació d'O₃ necessiten cert temps i també perquè a les ciutats l'alta concentració de NO provoca el consum d'O₃, per formar NO₂ i O₂. També existeix una contribució estratosfèrica i/o transfronterera rellevant d'O₃.⁶

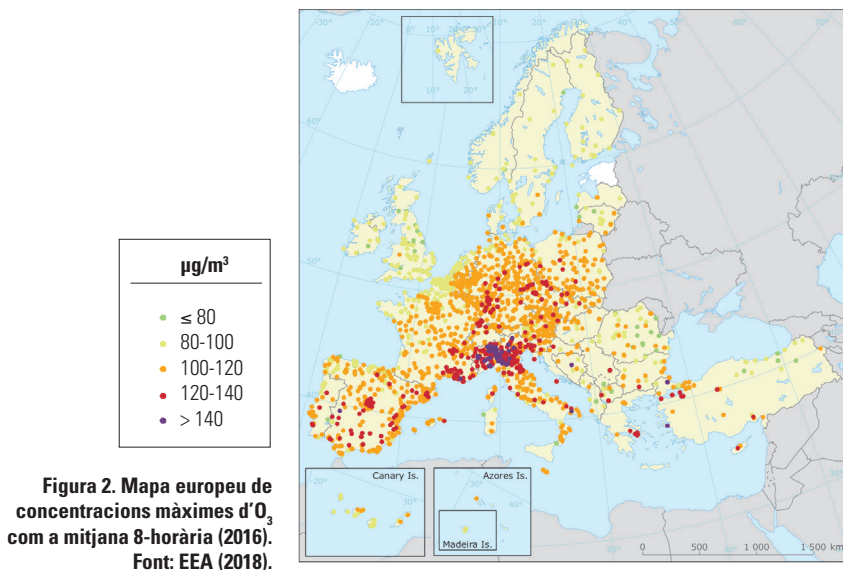
⁵ AIRUSE LIFE (2018).

⁶ X. QUEROL *et al.* (2017) i (2018).

El mapa europeu (figura 2) mostra un incompliment normatiu general, sobretot al sud d'Europa, on la radiació solar és més alta. Catorze estats membres i cinc altres estats europeus van reportar superacions del valor objectiu de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el 2016, sobretot (87%) en estacions rurals. La majoria de superacions tenen lloc a la primavera i a l'estiu.

La Mediterrània es troba entre les regions climàtiques més sensibles d'Europa, sovint exposades a múltiples estressos ambientals. Es caracteritza per un gran volum d'emissions de COVs i NOx (que influeixen en la formació i destrucció d'O₃) així com per moltes hores de sol i patrons específics de recirculació atmosfèrica.⁷ Aquests factors fan que s'enregistrin altes concentracions d'O₃ i que els episodis d'O₃ troposfèric siguin més freqüents en comparació amb altres regions d'Europa.

La dificultat de dur a terme estudis de contribució de fonts d'O₃ complica directament el disseny d'un pla d'estratègies de mitigació per reduir els impactes de l'O₃. En el cas d'episodis dominats pel transport local/regional entre àrees urbanes i rurals, les estratègies de mitigació s'han d'orientar a les reduccions d'emissions de gasos precursors en àrees urbanes i industrials. En el cas d'episodis dominats per transport de masses d'aire des de zones llunyanes, són necessàries mesures a escala internacional per tal de reduir les concentracions de fons. En qualsevol cas, les mesures estructurals (reduccions permanents d'emissions de COVs i NOx) són considerades les més efectives.



⁷ EEA (2018); M. M. MILLÁN *et al.* (1997) i (2000).

2.3. Benzo(a)pirè (BaP)

El benzo(a)pirè és un indicador de les emissions d'hidrocarburs policíclics aromàtics (HAP) que ha estat classificat com a mutagènic i carcinogènic per als humans. S'ha observat que les seves emissions a la Unió Europea s'han incrementat un 11% entre 2002 i 2011 i s'han mantingut constants fins a l'actualitat, degut principalment a un augment de la utilització de combustibles sòlids en calderes domèstiques i comercials.

40

Un total de 13 estats membres van mesurar concentracions mitjanes anuals per sobre de 1.0 ng/m³ (valor objectiu de la norma europea 2004/107/CE) el 2016. Les concentracions mesurades en moltes estacions poloneses superen aquest valor objectiu. El 2016 es van mesurar concentracions superiors a 1,0 ng/m³ al 31% de les estacions de qualitat de l'aire on es mesura BaP (figura 3), principalment a les estacions urbanes i suburbanes.

Pel que fa al nivell de referència de l'OMS, en tots els països inclosos a l'informe de l'Agència Europea de Medi Ambient, excepte els Països Baixos i Suècia, com a mínim una estació presentava concentracions per sobre de 0,12 ng/m³. El 2016, només un 14% de les estacions van registrar concentracions anuals per sota d'aquest nivell guia de l'Agència Europea de Medi Ambient.⁸

Encara que, com s'ha esmentat abans, les concentracions a l'aire ambient de BaP són elevades sobretot a causa de les emissions de la combustió domèstica de carbó i fusta, en alguns països específics (principalment al sud d'Europa) la contribució de la combustió de residus agrícoles també és rellevant.

En el projecte AIRUSE es va analitzar el contingut de BaP a les mostres de matèria particulada de la combustió de diversos tipus de fusta comuns al sud d'Europa, biocombustibles com pèl·let i residus agrícoles en diferents sistemes de combustió residencial.⁹ Es constatà que els factors més baixos d'emissió de BaP eren els de l'estufa de pèl·let, encara que són molt superiors a les calderes de gas natural. Les espècies de fusta més freqüents van generar concentracions BaP més de 8 vegades més altes que el pèl·let. Aquest estudi mostrà que la combustió en els sistemes moderns de calefacció a petita escala, com ara les calderes amb etiquetes ecològiques, podrien encara arribar a produir emissions elevades de BaP, especialment durant la combustió de fusta de coníferes. Aquestes fustes resinoses es caracteritzen per unes taxes de combustió més elevades, que provoquen flames molt calentes i caigudes sobtades de la concentració d'O₂, que condueixen a més emissions d'HAP.

⁸ EEA (2018).

⁹ AIRUSE LIFE (2018).

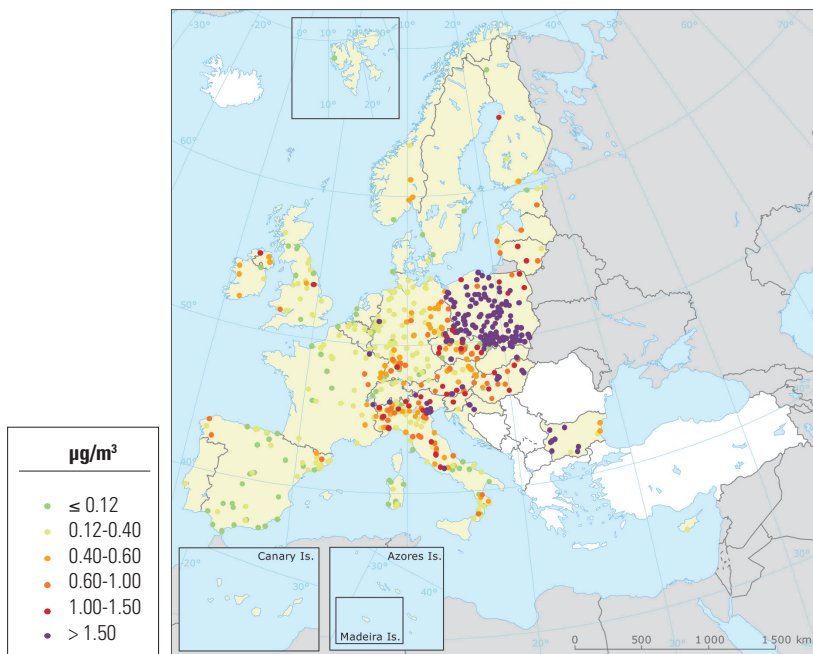


Figura 3. Mapa europeu de concentracions anuals de BaP (2016). Font: EEA (2018).

2.4. Partícules en suspensió (PM10 i PM2.5)

Les partícules en suspensió (PM) estan formades per material sòlid i/o líquid suspès a l'atmosfera. Aquest terme inclou una àmplia gamma de mides de partícules (des de pocs nanòmetres a diversos micròmetres), incloses aquelles partícules amb un diàmetre mitjà inferior a 20 µm, llindar generalment associat a partícules amb temps de vida curt (d'hores a una setmana). El terme aerosol generalment s'identifica amb PM, encara que generalment inclou la massa d'aire que transporta el PM. Els PM10 i PM2.5 (i amb menys freqüència PM1) són els paràmetres més comunament utilitzats per monitoritzar PM i es defineixen com la massa (µg/m³) de partícules, per unitat de volum d'aire, suspeses amb un diàmetre aerodinàmic inferior a <10, 2,5 i 1 µm, respectivament.

Les partícules en suspensió són omnipresents en l'atmosfera, atès que són emeses per diverses fonts antròpiques (les esmentades abans per NOx i BaP entre altres) i naturals (resuspensió del sòl, aerosol marí, cendres volcàniques, incendis forestals, emissions biogèniques, etc.) i es poden transportar

per vent a llargues distàncies. Són indispensables per a la condensació de gotes d'aigua dels núvols i la producció de precipitació. Les activitats humanes contribueixen sensiblement a augmentar localment i regionalment els nivells de PM a l'atmosfera, encara que a escala global siguin les fonts naturals les que dominen. Les principals fonts antropogèniques són el transport, la generació d'energia, la indústria, la construcció i demolició, la calefacció domèstica, la mineria, l'agricultura i la combustió de biomassa, entre d'altres. Independentment del seu origen, el PM es considera un contaminant atmosfèric, ja que l'alteració que provoca en la composició original de l'atmosfera pot causar danys als éssers humans o perjudicis al medi natural. Donada la gran varietat de fonts i processos responsables de l'increment de les concentracions de PM en l'aire ambient, és necessari dur a terme estudis de contribució de fonts per identificar les fonts locals i regionals d'emissió amb influència sobre els seus nivells i les seves contribucions, i aplicar mesures de millora.

Els efectes adversos demostrats que el PM produeix sobre la salut humana i el medi ambient van focalitzar, en les últimes dècades, l'interès dels científics de múltiples àmbits, com el de ciències mediambientals, epidemiologia i toxicologia, entre d'altres. La principal preocupació és, per descomptat, la salut humana, atès el risc clarament documentat d'increment de morbiditat i mortalitat.¹⁰ A més, s'ha demostrat que el PM atmosfèric ha tingut un impacte negatiu en els ecosistemes, accelera el deteriorament de materials de construcció, redueix la visibilitat i influeix en el balanç radiatiu terrestre.

En el darrer informe de l'Agència Europea de Medi Ambient, s'evidencia que el 2016 les concentracions de PM10 segueixen superant el valor límit diari de la UE en gran part d'Europa (27 països) (figura 4). Un 19% de les estacions de mesura de la qualitat de l'aire van enregistrar concentracions de PM10 per sobre d'aquest límit diari en 19 estats membres i en 8 països més que no són membres de la UE. El 97% d'aquestes estacions eren urbanes (87%) o suburbanes (10%). Algunes d'aquestes estacions van evidenciar alts nivells diaris de PM10 a l'hivern, primavera i tardor de 2016. Respecte al valor límit anual de PM10 (40 µg/m³), el 2016 es va superar en un 6% de les estacions de control de la qualitat de l'aire (el 92% en països de l'Est d'Europa). El valor més estricte de la mitjana anual de l'OMS per PM10 (20 µg/m³) es va superar en un 48% de les estacions i en tots els països excepte Estònia, Islàndia, Irlanda i Suïssa. Pel que fa al PM2.5, el valor guia de l'OMS per a la mitjana anual de PM2.5 (10 µg/m³) es va superar en un 68% de les estacions, situades en 32 dels 37 països que van reportar les dades d'aquest contaminant.

¹⁰ OMS (2016).

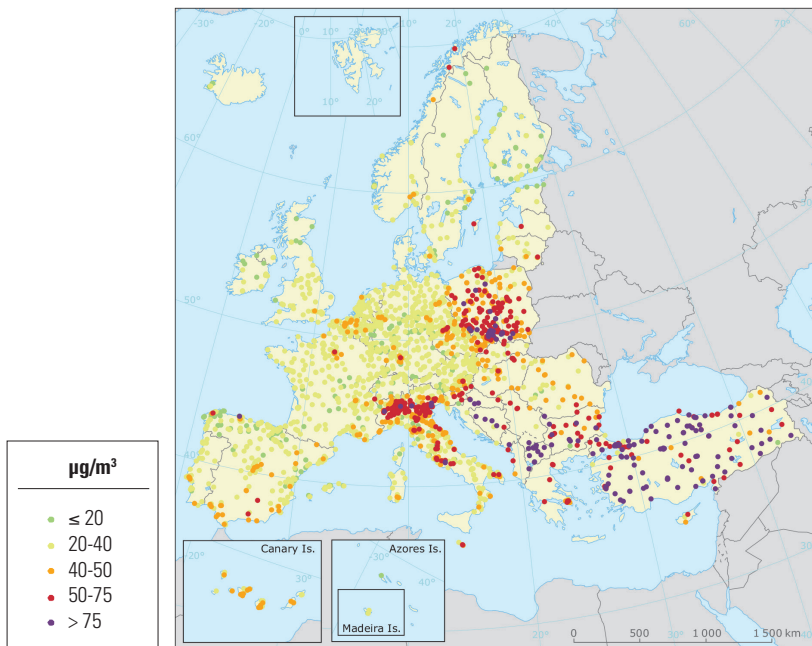


Figura 4. Mapa europeu del percentil 90,4 de les concentracions de PM10 en valor límit diari (2016). Font: EEA (2018).

3. L'anàlisi del Vallès Oriental

El Departament de Territori i Sostenibilitat de la Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya du a terme estudis sobre la qualitat de l'aire del Vallès Oriental des de fa molts anys. En aquest apartat resumim les conclusions dels informes de qualitat de l'aire del Departament i els resultats més importants d'aquests treballs específics sobre el Vallès Oriental.

3.1. Compliment de la normativa vigent

Des del punt de vista normatiu, el Vallès Oriental es troba a la Zona de Qualitat de l'Aire 2 (ZQA2), que inclou les comarques del Vallès Oriental, el Vallès Occidental i el Baix Llobregat. Segons la normativa europea, si una sola estació de la zona incompleix la normativa, es pressuposa que tota la població d'aquella àrea està afectada per l'incompliment.

La figura 5 mostra l'històric dels darrers cinc anys de les concentracions de NO_2 enregistrades a dues estacions de vigilància de qualitat de l'aire de la

Generalitat de Catalunya al Vallès Oriental: Granollers (carrer Francesc Macià) i Mollet del Vallès (pista d'atletisme). La primera es classifica com una estació de trànsit, la segona de fons suburbà.

44

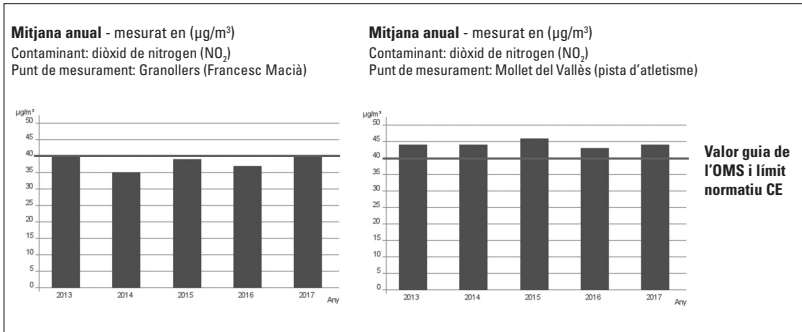


Figura 5. Evolució de les concentracions mitjanes anuals d'NO₂ a les estacions de Granollers i Mollet del Vallès (2013-2017). Font: Generalitat de Catalunya (2018).

Com es pot observar, pel que fa a l'NO₂, l'estació de Mollet del Vallès ha incomplert de manera sistemàtica el valor normatiu anual d'NO₂ (40 µg/m³), que coincideix amb el recomanat per l'OMS. Les concentracions mitjanes anuals enregistrades des de 2013 van variar en el rang 43-46 µg/m³, cosa que implica la seva inclusió en la llista d'estacions que incompleixen la normativa.

La figura 6 mostra la tendència de les estacions de la ZQA2 des de l'any 2000, i a Mollet del Vallès no es pot veure cap millora significativa els darrers dotze anys. La raó principal d'aquest incompliment mantingut en els anys està en el fracàs de la normativa Euro sobre les emissions dels vehicles dièsel, a més de la falta d'aplicació de mesures contundents localment i regionalment de restricció del trànsit rodat.

En el mateix període l'estació de Granollers va registrar concentracions mitjanes anuals de 35-40 µg/m³, però va superar el valor límit (40 µg/m³) el 2010 (41 µg/m³) i el 2012 (42 µg/m³). De totes maneres, en estar inclòs en la ZQA2, la població del municipi de Granollers, així com la de la resta del Vallès Oriental, també està exposada a nivells de contaminació per sobre de les permeses. Cal recordar que d'acord amb la normativa vigent, si una estació supera un líndar normatiu, es considera que tota la zona de qualitat de l'aire el supera.

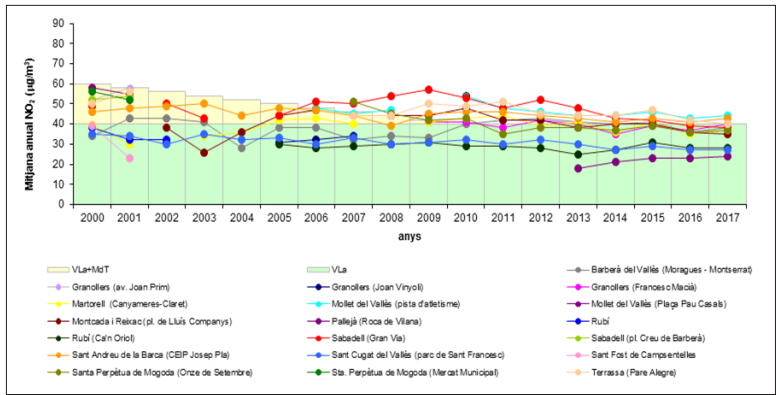


Figura 6. Evolució de les concentracions de NO₂ a les estacions de la ZQA2, incloent Granollers i Mollet del Vallès (2000-2017). Font: Generalitat de Catalunya (2018).

Pel que fa al valor límit horari d'NO₂, fixat per protegir la població durant episodis aguts de contaminació, a cap de les dues estacions mai no s'han excedit les 18 superacions normativament permeses, fet que indica que al Vallès Oriental el problema de la concentració d'NO₂ és estructural (no episòdic) i que fan falta mesures estructurals per reduir-la.

Pel que fa a les PM10, en ambdues estacions tampoc és possible observar una tendència clara a causa de les altes concentracions observades en 2015 (figura 7). Les mitjanes anuals de PM10 des de l'any 2013 indiquen concentracions sempre per sota del valor límit de la normativa europea (40 µg/m³), però sempre per sobre del valor recomanat per l'OMS (20 µg/m³). És d'esperar que en la propera revisió de la directiva es redueixin els valors límit i s'aproximin més a les recomanacions de l'OMS.

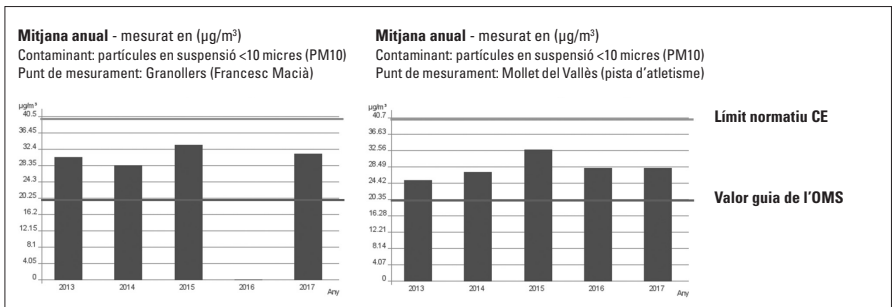


Figura 7. Evolució de les concentracions anuals de PM10 a les estacions de Granollers i Mollet del Vallès (2013-2017). Font: Generalitat de Catalunya (2018).

La figura 8 mostra l'evolució de les concentracions mitjanes anuals de PM10 des de l'any 2006 en algunes estacions de la zona ZQA2 i s'hi pot observar una significativa millora, probablement degut a la crisi econòmica, l'eficàcia de la normativa Euro per a partícules i la implementació de les directives d'emissions industrials de grans instal·lacions de combustió; però des de l'any 2015 aquesta reducció sembla haver-se estancat, i no assoleix el valor recomanat per l'OMS en cap de les estacions.

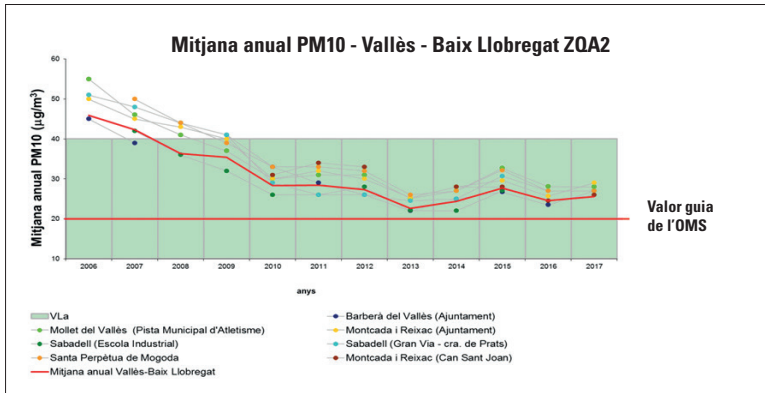


Figura 8. Evolució de les concentracions de PM10 en algunes estacions de la ZQA2, incloent Mollet del Vallès (2006-2017). Font: Generalitat de Catalunya (2018).

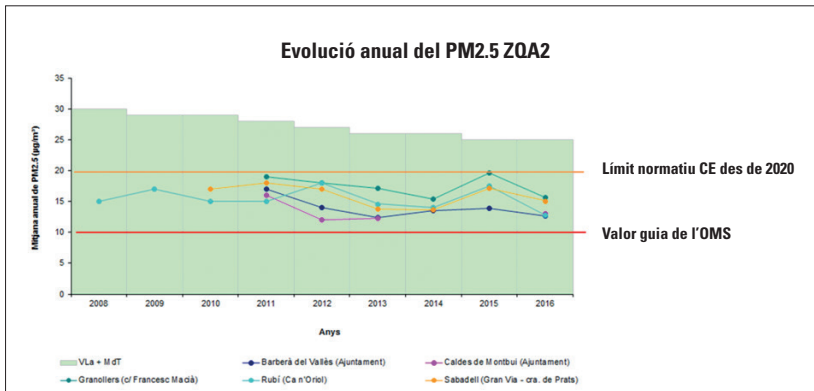


Figura 9. Evolució de les concentracions de PM2.5 en algunes estacions de la ZQA2, incloent Granollers (2008-2016). Font: Generalitat de Catalunya (2018).

A diferència del PM10, el PM2.5 no ha evidenciat una reducció significativa des del 2008 (figura 9). Les concentracions mitjanes anuals de PM2.5 enregistrades a l'estació de Granollers (l'única equipada amb l'equip de referència) varien entre 15 i 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, i per tant no superen el valor límit de la normativa vigent (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), però sí el valor guia de l'OMS (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Com ja s'ha mencionat a la taula 1, la CE ha establert reduir el valor límit a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a partir del 2020.

Pel que fa a l' O_3 , al Vallès Oriental s'enregistren superacions del valor objectiu de la CE (no superar 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ com a mitjana de 8h més de 25 dies/any, com a mitjana triennial) i s'evidencien entre 6 i 67 dies de superacions per any (des de 2010), amb els anys 2010-2013 que sobrepassen la xifra de 25 superacions (figura 10). Hem de ressaltar que l'objectiu a llarg termini és no superar mai, durant un any solar, el llindar de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ com a mitjana de 8 hores.

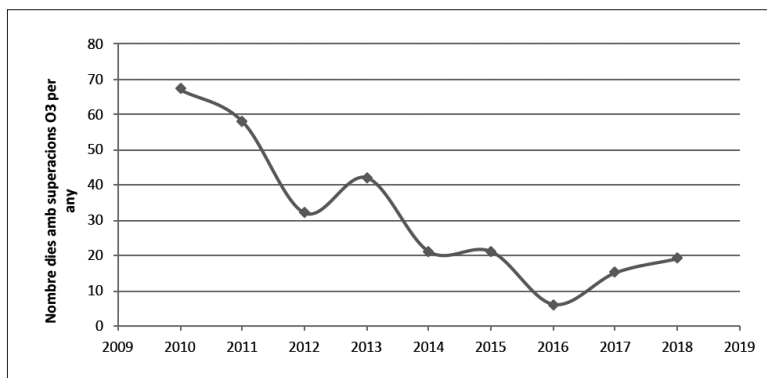


Figura 10. Evolució de les superacions de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d' O_3 , com a mitjana de 8h, a les estacions de la ZQA2 (2010-2018). Font: Generalitat de Catalunya (2018).

Pel que fa al BaP, a l'única estació on existeixen dades (Granollers) no es supera el valor objectiu d'1 ng/m^3 , però sí, i de forma sistemàtica, el valor guia de l'Agència Europea de Medi Ambient (0,12 ng/m^3).¹¹ Com ja s'ha esmentat, la combustió de biomassa és una font d'emissió de PM, BaP i carboni negre (BC) de primer ordre, tant la utilitzada en calefaccions domèstiques i comercials, com la combustió de residus agrícoles. Així, a nivell europeu (EU-28), l'Agència Europea de Medi Ambient estima que un 45, 56 i 68% de les emissions de BC, PM2.5 i BaP, respectivament, procedeixen de la combustió de biomassa i carbó en fonts domèstiques i residencials. A Catalunya els nivells

¹¹ En ser BaP un contaminant cancerigen, l'OMS no pot fixar un valor guia, però l'Agència Europea de Medi Ambient recomana no superar 0,12 ng/m^3 .

més elevats de BaP i PM10 de la Xarxa de Vigilància i Protecció de la Contaminació Atmosfèrica s'enregistren en ciutats mitjanes i petites (1, 0,7 i 0,7 ng/m³ de mitjana anual de BaP el 2017 a Manlleu, la Seu d'Urgell i Bellver de Cerdanya, respectivament, i 36 i 32 µg/m³ de PM10 anual a Súria i Manlleu, segons dades oficials de la Generalitat), més que a les ciutats grans (0,1 ng/m³ de BaP, i 20-29 µg/m³ de PM10 anuals a totes les estacions de Barcelona el mateix any i segons la mateixa font d'informació).

48 Aquí es veu clarament l'efecte de la combustió de biomassa en la qualitat de l'aire. Granollers es troba en una situació intermèdia (0,4 ng/m³ de BaP, i 31 µg/m³ de PM10 al 2017) (figura 11), fet que demostra que al Vallès la combustió de biomassa té ja una incidència clara en la qualitat de l'aire. S'enregistra una lleu tendència creixent des de 2014, cosa que indica un creixent ús de biomassa domèstica, que hauria d'estar regulat per l'administració local. L'experiència europea en aquesta matèria ens diu que s'ha de reduir emissions d'aquesta font mitjançant l'obligatorietat de certificacions de baixes emissions de les calderes de biomassa a instal·lar, així com de la qualitat (origen natural, baixa humitat i cendra) dels biocombustibles, i també que s'ha de prohibir les cremes agrícoles (rostolls i residus de poda).

Ponències
Revista del
Centre d'Estudis
de Granollers,
23 (2019), 33-63

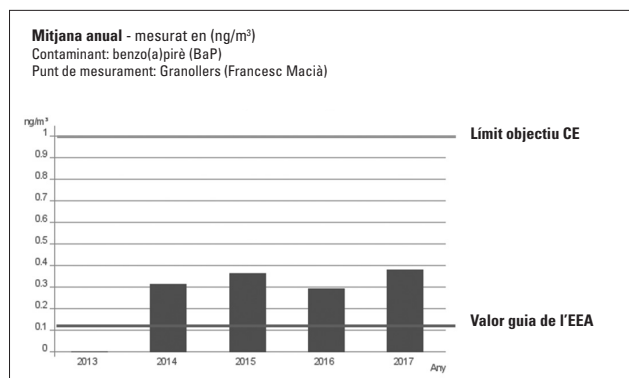


Figura 11. Evolució de les concentracions anuals de BaP a l'estació de Granollers (2013-2017). Font: Generalitat de Catalunya (2018).

3.2. Campanyes d'investigació al Vallès Oriental

A causa dels alts nivells de PM10, PM2.5 i NO₂ enregistrats al Vallès Oriental, la Direcció General de Qualitat Ambiental (DGQA) del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya va finançar estudis d'investigació científica duts a terme per l'Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA-CSIC) que es resumeixen en les properes seccions d'aquest article.

3.2.1. Caracterització química del PM

Per tal d'analitzar quins són els components majoritaris del PM₁₀ i PM_{2.5}, i així calcular les contribucions de les diferents fonts d'emissió a l'increment dels seus nivells, es va programar la caracterització química de mostres obtingudes mitjançant diverses campanyes intenses dutes a terme en col·laboració amb els ajuntaments de Granollers i Montmeló i la Diputació de Barcelona. Els resultats dels informes redactats per l'IDAEA-CSIC i entregats a la Direcció General de Qualitat Ambiental (DGQA) del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, es resumeixen a la figura 12 com a caracterització química mitjana de les diverses campanyes per PM₁₀ i PM_{2.5}.

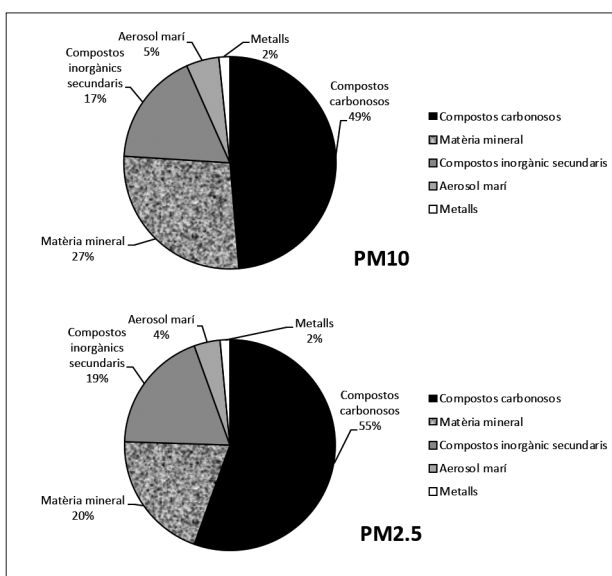


Figura 12. Composició mitjana del PM₁₀ i PM_{2.5} durant les diverses campanyes d'investigació al Vallès Oriental (Granollers i Montmeló) entre 2013 i 2017. Font: IDAEA-CSIC (2013), (2014a), (2014b) i (2017).

Cal tenir en compte que en totes les campanyes es va analitzar un nombre de mostres reduït, cosa que implica que les conclusions derivades d'aquests estudis no tenen representativitat anual i només donen indicacions de la composició en moments concrets.

Dit això, els informes revelen que els components majoritaris del PM a Granollers i Montmeló són els compostos carbonosos (matèria orgànica i carboni elemental), que van resultar com a mitjana un 49% en PM₁₀ i un 55% en

PM2.5, fet que posa de manifest la importància dels processos de combustió (trànsit, indústria i combustió de biomassa, principalment). El segon component majoritari és la matèria mineral (òxids d'Al, Ca, Fe, Ti, Si, entre d'altres), amb un 27% en PM10 i un 20% en PM2.5. Les fonts principals d'aquesta matèria mineral són el trànsit rodat i la construcció i demolició, encara que la indústria cimentera hi podria tenir també una contribució. El tercer component més important són els compostos inorgànics secundaris (sulfats, nitrat i amoni), que contribueixen un 17% al PM10 i un 19% al PM2.5; aquests components, al no ser emesos directament com a partícules, sinó que es formen com a producte d'oxidació de gasos (NO_x, SO₂ i NH₃), estan relacionats amb les fonts que han emès aquests precursors, tant locals com regionals. L'aerosol marí és un component minoritari, que contribueix només un 5% al PM10 i un 4% al PM2.5. Finalment, la suma dels elements traça (metalls) assoleix un 2% en ambdues fraccions.

3.2.2. Contribució de fonts de PM10 a Granollers

L'estudi de contribució de fonts de PM10 a Granollers s'ha dut a terme mitjançant el model receptor de l'Agència de Medi Ambient d'Estats Units (EPA) PMF. L'anàlisi de contribució de fonts va permetre identificar sis fonts principals de contaminació per PM10 a Granollers el 2013 i 2014, segons la composició química dels factors obtinguts:

- El trànsit és una de les fonts principals, juntament amb la font mineral i l'aerosol secundari de PM10 al carrer Francesc Macià entre 2013 i 2014. Inclou partícules originades per la combustió dels motors (carboni orgànic i elemental) i pel desgast dels frens i neumàtics (Fe, Cu, Mo, Sb, Ba i Zn). La contribució el 2013 va ser molt alta: 47% del PM10, i 25% el 2014 (taula 3).
- La font mineral s'interpreta com una barreja de diverses fonts amb un perfil químic molt similar i típic de l'escorça terrestre, com la resuspensió de pols mineral, la resuspensió lligada al trànsit i possibles obres públiques. La seva contribució en les diverses campanyes ha sigut variable, i ha estat el 10-32% del PM10 entre 2013 i 2014 (taula 3).
- L'aerosol secundari no representa una font específica sinó el procés fotoquímic de formació de partícules secundàries inorgàniques i orgàniques, que contribueix un 14% al PM10 el 2013 i un 25% el 2014. S'interpreta com un grup d'aerosols de transport regional (sulfat, nitrat, amoni i partícules carbonoses), encara que les contribucions locals no es poden descartar.
- La font industrial 1 presenta una variabilitat molt alta, probablement deguda també a l'interval temporal entre les campanyes. S'identifica mitjançant

una barreja molt heterogènia de contaminants (principalment Ca, V, Ni, Ba i sulfat). La seva contribució va ser del 13% del PM10 el 2013, però pràcticament nul·la el 2014 (taula 3).

- L'aerosol marí apareix lleugerament envellit a causa del seu recorregut des de la línia de costa en el sector sud, a causa de la concentració de nitrats. La seva contribució mitjana durant les campanyes de 2013 i 2014 va ser de 9 i 14% del PM10 (taula 3).

- La font industrial 2 es caracteritza per les altes concentracions de Pb, Cd i Zn, que suggeriria una font de metal·lúrgia no fèrrica. La seva contribució durant 2013 i 2014 és baixa, però significativa: 4 i 7% del PM10 segons la campanya.

Taula 3. Contribució mitjana de les fonts als nivells de PM10 al carrer de Francesc Macià (Granollers) durant les campanyes de 2013 i 2014

	Contribució en PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% de PM10 modelitzat
Campanya 2013		
Industrial 2	4	7
Industrial 1	7	13
Aerosol marí	5	9
Trànsit	26	47
Mineral	6	10
Aerosol secundari	8	14
Campanya 2014		
Industrial 2	1	4
Industrial 1	-	-
Aerosol marí	4	14
Trànsit	8	25
Mineral	10	32
Aerosol secundari	8	25

Font: IDAEA-CSIC (2013), (2014a), (2014b) i (2017).

L'evidència que el trànsit rodat i la indústria són fonts importants de contaminació al Vallès Oriental va impulsar altres estudis amb l'objectiu d'estudiar la variabilitat espacial del carboni negre (un traçador dels processos de combustió) i NO_2 .

3.2.3. Carboni negre a Montmeló

52

El carboni negre o *black carbon* (equivalent al carboni elemental) és un component important del PM atmosfèric, tant per la seva contribució a la massa de PM com també perquè està directament relacionat amb els processos de combustió. Malgrat no ser un contaminant regulat per les directives de qualitat de l'aire, és un component important de monitoritzar, perquè té impactes negatius tant en la salut com en el clima, en ser un component que contribueix a l'escalfament de l'atmosfera. L'OMS va evidenciar que el carboni negre és un indicador millor de substàncies nocives del PM procedents de fonts de combustió (especialment trànsit) que la massa total del PM per estudis d'efecte a curt termini de la contaminació atmosfèrica sobre la salut.¹²

A Montmeló, el 2017 es van instal·lar dos monitors de carboni negre: 1) un fotòmetre d'absorció multiangle (MAAP) a la unitat mòbil de l'IDAEA-CSIC, al costat del dipòsit d'aigua, a la part més elevada a l'extrem nord de la ciutat, a 500 metres de l'ajuntament, i 2) un *microaethalometer* (microAeth®/AE51, AethLabs) a l'ajuntament, al terrat de la primera planta. També es van monitoritzar les concentracions de NO, NO₂, NO_x, SO₂, O₃, PM1, PM2.5 i PM10. Les concentracions dels contaminants es van comparar també amb les de l'estació de fons urbà de Palau Reial a Barcelona.

La concentració mitjana de PM10 mesurada amb la unitat mòbil va ser de 33 µg/m³, clarament superior a la concentració mesurada al fons urbà de Barcelona (22 µg/m³).

La concentració mitjana de NO₂ mesurada amb la unitat mòbil a Montmeló durant el període de la campanya fou de 42 µg/m³, lleugerament superior a la concentració mitjana de 39 µg/m³ de NO₂ mesurada el mateix període al fons urbà de Barcelona. La concentració mitjana de NO mesurada a Montmeló va ser de 38 µg/m³, clarament superior a la concentració mitjana de 14 µg/m³ de NO, mesurada el mateix període al fons urbà de Barcelona. L'origen d'aquests contaminants sol estar relacionat amb les emissions de combustió del trànsit i industrials.

La concentració mitjana de carboni negre mesurada amb la unitat mòbil a Montmeló va ser de 2,8 µg/m³, clarament superior a la concentració mesurada al fons urbà de Barcelona (1,6 µg/m³). L'origen d'aquests contaminants sol estar relacionat amb els processos de combustió: emissions del trànsit (principalment dièsel), industrial i combustió de biomassa.

Ponències
Revista del
Centre d'Estudis
de Granollers,
23 (2019), 33-63

¹² OMS (2012).

La concentració mitjana de SO_2 mesurada amb la unitat mòbil a Montmeló va ser de $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, baixa però també superior a la concentració mesurada al fons urbà de Barcelona ($1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i superior a les mesurades el mateix període en altres estacions de la xarxa amb influència industrial (entre $2-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Encara que una petita proporció de SO_2 pot ser emesa pel trànsit, el seu origen està relacionat principalment amb les emissions industrials i, en àrees properes a la costa, les dels motors dels vaixells.

A la figura 13 es presenta l'evolució diària de les concentracions horàries de carboni negre (en ng/m^3) i de NO_2 , NO , SO_2 i O_3 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurades a la unitat mòbil instal·lada al dipòsit d'aigua de Montmeló. Les concentracions de carboni negre, NO , NO_2 i SO_2 presenten una tendència diària similar, amb màxims al matí i a la tarda. El màxim matinal és molt més marcat per carboni negre, NO i SO_2 , mentre que la magnitud dels dos màxims és similar per al NO_2 . Cal ressaltar les elevades concentracions nocturnes de SO_2 . Les concentracions d'aquests contaminants disminueixen clarament durant el cap de setmana, especialment de SO_2 (per la disminució de les emissions industrials) i NO . Al contrari, l' O_3 presenta un màxim al migdia i valors més elevats el cap de setmana. Aquesta tendència mostra la influència de la meteorologia en la variabilitat de les concentracions de carboni negre, NO , NO_2 i SO_2 . Queda patent la influència de la contaminació regional en el cicle de l' O_3 . Les tres fraccions de PM presenten una evolució molt semblant, amb pics esporàdics. L'evolució diària i setmanal mostra màxims al migdia i valors mínims el cap de setmana.

L'evolució temporal diària de les concentracions horàries de carboni negre, $\text{PM}_{2.5}$ i PM_{10} mesurades simultàniament a la unitat mòbil instal·lada al dipòsit d'aigua i a l'ajuntament de Montmeló mostra que, tant les concentracions com els patrons diaris i setmanals, són molt semblants pel que fa a aquests contaminants als dos emplaçaments. Les concentracions són lleugerament superiors al dipòsit d'aigua situat a la part més elevada en un extrem de la ciutat.

La conclusió és que, a Montmeló, la variació de les concentracions de carboni negre, així com de NO , NO_2 i SO_2 , està dominada per la meteorologia, amb acumulacions a la nit i menors concentracions al migdia degut a la variació de la capa de mescla, i pel cicle de les emissions del trànsit i industrials (menors emissions durant el cap de setmana).

La similitud, tant de les concentracions com dels patrons diaris i setmanals, de carboni negre i PM al dipòsit d'aigua, situat en un punt alt en un extrem de la ciutat, i a l'ajuntament de Montmeló, indiquen la importància de la contribució de contaminants a escala regional.

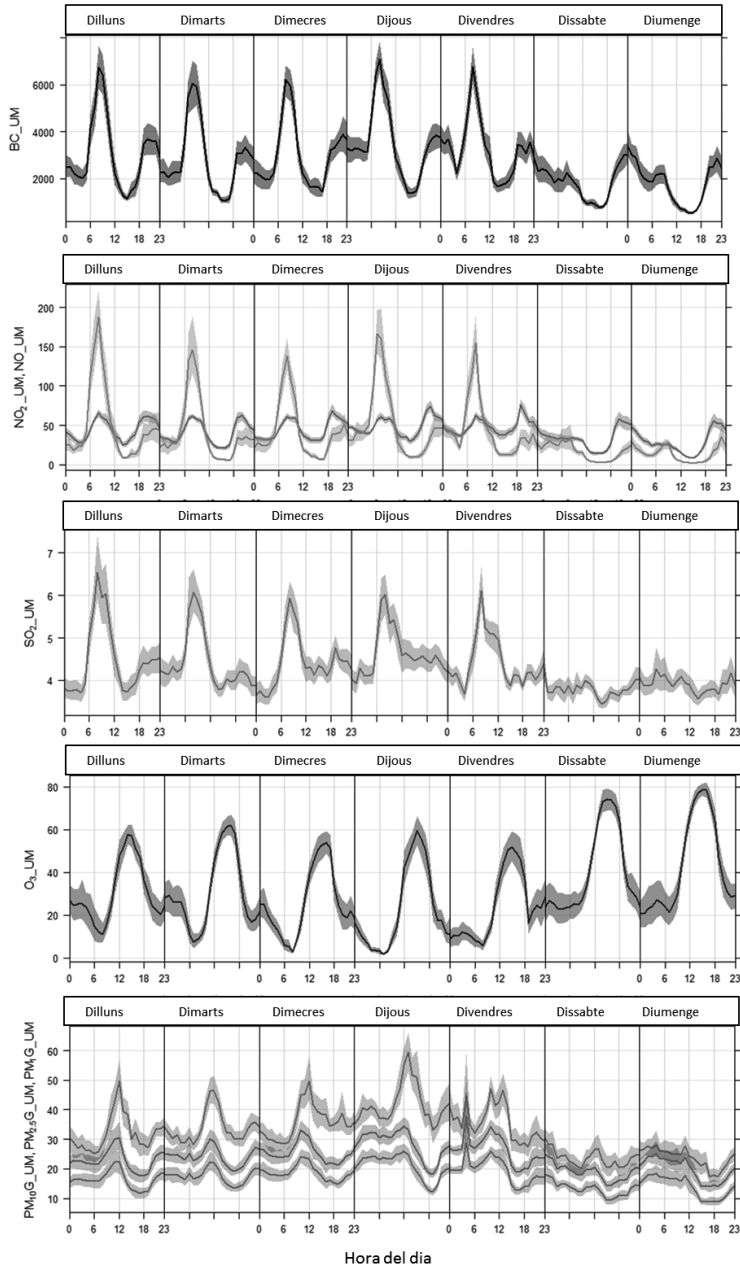


Figura 13. Evolució diària de les concentracions horàries de carboni negre (BC), NO₂, NO, SO₂, O₃ i les tres fraccions de PM (PM₁₀, PM_{2.5} i PM₁) mesurades a la unitat mòbil del CSIC instal·lada al dipòsit d'aigua de Montmeló (2017). Font: IDAEA-CSIC (2017).

3.2.4. Variabilitat espacial de NO₂ al Vallès Oriental

L'any 2016 es va dissenyar un estudi de caracterització de la variació espacial de les concentracions d'NO₂ en diversos municipis de la comarca del Vallès Oriental, per complementar les dades de monitorització de la Xarxa de Vigilància i Predicció de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA) de la Generalitat de Catalunya.

Amb aquest objectiu es van plantejar dues campanyes de mesurament, una a l'estiu (maig-juny 2016) i una a l'hivern (gener-febrer 2017). A continuació es resumeixen els resultats d'ambdues campanyes.

55

Ponències
Revista del
Centre d'Estudis
de Granollers,
23 (2019), 33-63

En alguns emplaçaments es van instal·lar per duplicat (reproductibilitat), i altres dosímetres van ser instal·lats en cabines de la xarxa XVPCA i la unitat mòbil del CSIC per a la comparació amb instrumentació de referència. Els dosímetres són tubs de 7 cm que contenen un filtre impregnat amb substàncies absorbents que permeten captar l'NO₂ ambiental per difusió. Un cop retirats, els dosímetres s'envien al laboratori, on els filtres absorbents s'analitzen per cromatografia iònica, per obtenir les concentracions en µg/m³ en condicions ambientals, i se'n resta la concentració dels blancs. Tot i que les concentracions absolutes no tenen l'exactitud dels mètodes de referència, sí que constitueixen una eina útil en comparacions relatives i avaluacions qualitatives en l'espai i/o en el temps i s'anomenen mesuraments indicatius. Els tubs de difusió van ser instal·lats en fanals, arbres o mobiliari urbà a una alçada de 2,5 metres aproximadament. A la campanya d'estiu, alguns dies van coincidir amb el Gran Premi de Moto GP a Montmeló, de manera que, durant aquells dies, els dosímetres de NO₂ van ser tapats per no tenir en compte les emissions relacionades amb el Gran Premi.

Es van recollir un total de 242 dosímetres. Les concentracions de NO₂ obtingudes a l'hivern van assolir nivells significativament superiors (rang interquartil: 33-44 µg/m³) respecte a l'estiu (rang interquartil: 17-28 µg/m³). La distribució de les dades mostra una variabilitat similar, i la diferència entre ambdues variàncies no és significativa (figura 14). Aquest resultat suggereix que les fonts principals de la contaminació són d'origen local de la comarca del Vallès Oriental.

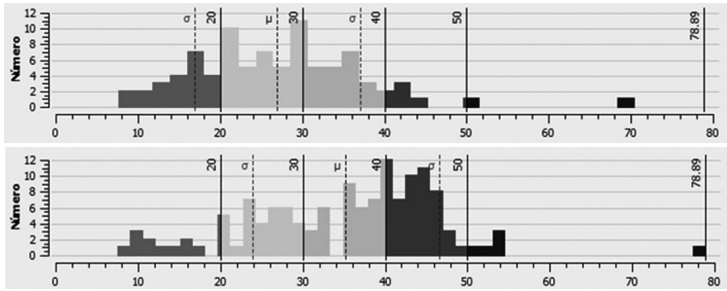


Figura 14. Distribució de les concentracions de NO₂ al Vallès Oriental, a l'estiu (a dalt) i a l'hivern (a baix) (2016-2017). Font: IDAEA-CSIC, 2018.

Nota: A l'eix vertical es mostra el nombre d'observacions i a l'horitzontal les concentracions en µg/m³. µ i σ indiquen, respectivament, el valor mitjà i la desviació estàndard de les concentracions.

En ambdues campanyes, es pot observar més concentracions de NO₂ a la proximitat de les zones més poblades i amb menor altitud, i és també possible observar cert gradient decreixent de SO a NE. Aquest gradient podria estar relacionat amb l'augment de les emissions que es produeix quan ens acostem a l'àrea metropolitana de Barcelona a causa, per exemple, de la confluència d'importants vies de trànsit (AP7, C33 i C17), encara que això no descarta una contribució important del trànsit intraurbà, atès que en el tram de l'AP7 més al NE s'observen concentracions sensiblement inferiors. En ordre decreixent de NO₂, trobem 3 grups de municipis:

- municipis amb mitjanes superiors a 40 µg/m³ a l'hivern: la Llagosta (32-50 µg/m³ a l'estiu i 37-47 µg/m³ a l'hivern), Parets del Vallès (21-43 µg/m³ a l'estiu i 36-54 µg/m³ a l'hivern), Mollet del Vallès (19-35 µg/m³ a l'estiu i 40-49 µg/m³ a l'hivern), Montmeló (8-39 µg/m³ a l'estiu i 37-47 µg/m³ a l'hivern) i Granollers (20-35 µg/m³ a l'estiu i 35-46 µg/m³ a l'hivern);
- municipis amb mitjanes entre 30-40 µg/m³ a l'hivern: Canovelles (32-46 µg/m³ a l'hivern), Martorelles (23-48 µg/m³ a l'hivern) i Montornès del Vallès, (14-29 µg/m³ a l'estiu i 25-40 µg/m³ a l'hivern);
- municipis amb mitjanes inferiors a 30 µg/m³ a l'hivern: Sant Antoni (20-27 µg/m³ a l'hivern), Lliçà d'Amunt (13-20 µg/m³ a l'estiu i 20-30 µg/m³), Caldes de Montbui (23-30 µg/m³ a l'hivern) i les Franqueses del Vallès (8-31 µg/m³ a l'estiu i 16-41 µg/m³ a l'hivern).

Ponències
 Revista del
 Centre d'Estudis
 de Granollers,
 23 (2019), 33-63

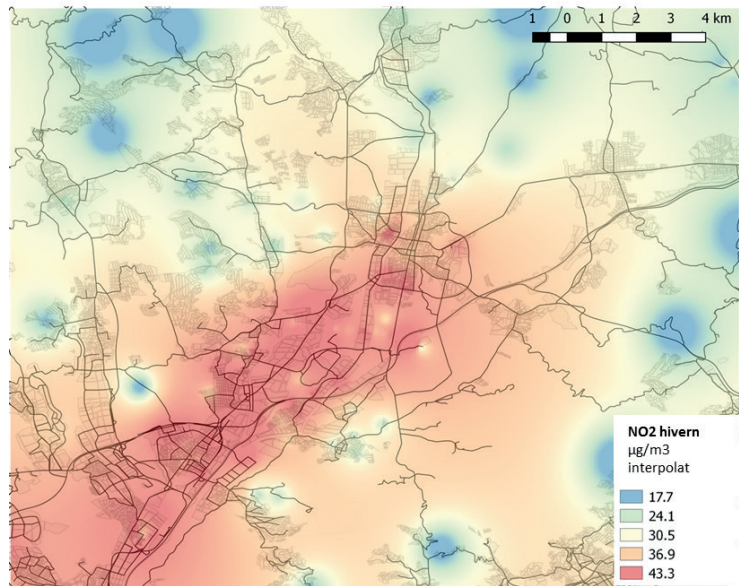
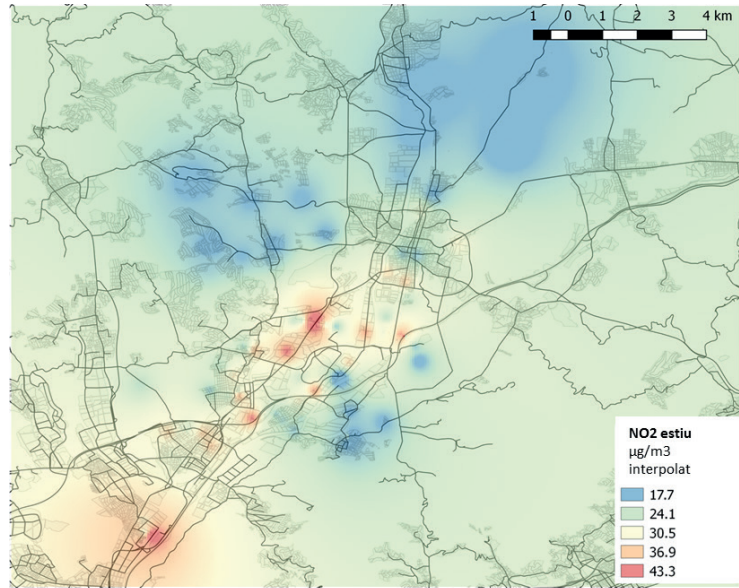


Figura 15. Mapes d'interpolació de concentracions de NO₂ al Vallès Oriental (2016-2017). Font: IDAEA-CSIC, 2018.

Aquests gradients es poden observar de forma més directa en els mapes d'interpolació a la figura 15. Els valors absoluts en cada punt de mesura resulten suavitzats, atès que la interpolació del punt problema es realitza assignant pesos a les dades de l'entorn en funció inversa de la distància que els separa (*inverse distance weighting, IDW*). S'ha observat certa anticorrelació entre l'altitud i la concentració de NO_2 , fet que indica que la dispersió està també lligada amb l'orografia (figura 16) sobretot a l'hivern; les emissions del Vallès Oriental són les màximes responsables dels alts nivells de NO_2 . No obstant això, la distància a les fonts d'emissió és també un factor important, ja que aquesta anticorrelació es redueix notablement si exclouem les dades per sobre de 250 m d'altitud, és a dir que en el rang 0-250 m no s'observa aquesta relació amb l'alçada. A la figura 16 es pot observar la clara relació entre NO_2 i l'orografia, però també amb la densitat de població, atès que en el tram de l'AP7 més al NE s'observen concentracions sensiblement inferiors.

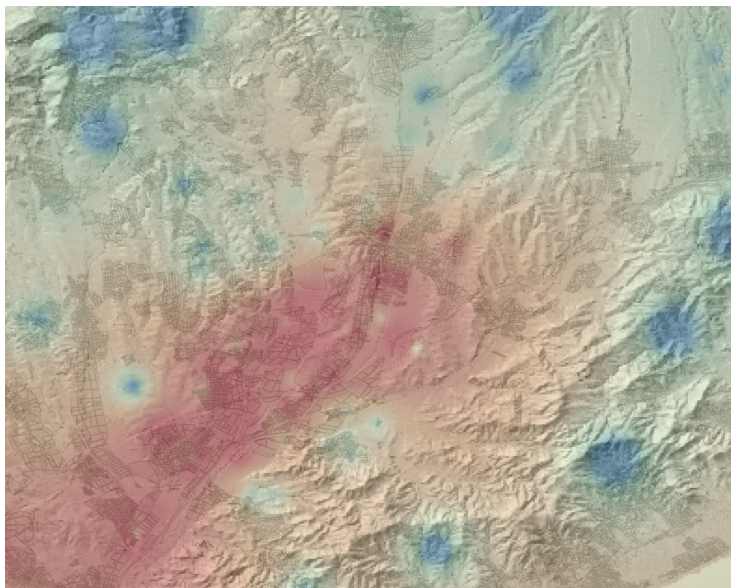


Figura 16: Mapa orogràfic amb la interpolació de les concentracions de NO_2 enregistrades al Vallès Oriental en la campanya d'hivern (2016-2017). Font: IDAEA-CSIC, 2018.

S'ha dut a terme un estudi de transsecte perpendicular a les vies AP7 i C17 a l'estiu i l'hivern. Com era d'esperar, en ambdós períodes s'han observat concentracions superiors amb la proximitat de les autopistes i una reducció progressiva ajustable a una corba potencial, sobretot amb la proximitat a la C17, probablement a causa de la congestió més alta d'aquesta via respecte a l'AP7.

4. Conclusions

El Vallès Oriental, inclòs en la Zona de Qualitat de l'Aire 2 (ZQA2), ha incomplert la normativa europea en matèria de qualitat de l'aire l'any 2017 i en els darrers deu anys alguns dels paràmetres màxims permessos. Aquests incompliments afecten l'NO₂ i l'O₃. Hem de ressaltar també que pel que fa al PM10 i PM2.5, actualment no s'incompleix la normativa ambiental, però es superen els nivells guia de l'OMS, vertaders protectors de la salut de la població. També es compleix la normativa ambiental pel que fa al BaP, però es superen els nivells recomanats com a llindar de protecció per l'Agència Europea de Medi Ambient.

59

Amb l'objectiu de millorar el coneixement sobre la variabilitat espacial de la contaminació de l'aire al Vallès Oriental i investigar les causes de les superacions dels esmentats llindars, s'han dut a terme en l'última dècada alguns estudis com a resultat de la col·laboració entre la Direcció General de Qualitat Ambiental (DGQA) del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la Diputació de Barcelona i les administracions municipals. Aquests estudis són per períodes generalment curts (algunes setmanes o mesos), i per tant no tenen representativitat temporal, però permeten identificar alguns patrons útils a l'hora de millorar el coneixement sobre l'impacte de fonts locals de contaminació. Entre els principals resultats d'aquests estudis, cal destacar els següents:

El component principal del PM10 i PM2.5 a Granollers i a Montmeló en les campanyes intensives són els compostos carbonosos amb una contribució mitjana de 49% i 55%, en PM10 i PM2.5, respectivament.

Les concentracions dels components de PM10 mesurades simultàniament a dos emplaçaments a Granollers i a Montmeló són generalment correlacionades, sobretot en el cas dels compostos carbonosos, així com també dels nivells de PM10, PM2.5, NO_x i carboni negre. Aquesta elevada correlació implica que, en general, les fonts amb impacte sobre els nivells de PM són les mateixes, o que la variació de les concentracions està dominada per processos meteorològics.

Les concentracions de carboni orgànic i carboni negre són més elevades a Granollers i Montmeló que a l'estació de fons urbà de Palau Reial a Barcelona, i han de ser atribuïdes a fonts locals.

No hi ha gaires referències de concentracions de traçadors orgànics, excepte per al benzo(a)pirè. Així, a Granollers, s'han detectat concentracions de benzo(a)pirè de 0,11-0,42 ng/m³, que són inferiors al valor objectiu anual

d'1 ng/m³, establert per la Directiva 2004/107/CE, però superiors al valor recomanat per l'Agència Europea de Medi Ambient (0,12 ng/m³), que demostra que al Vallès la combustió de biomassa té ja una incidència clara en la qualitat de l'aire. L'experiència europea en aquesta matèria ens diu que s'ha de reduir les emissions d'aquesta font mitjançant l'obligatorietat de certificacions de baixes emissions de les calderes de biomassa a instal·lar, així com de la qualitat (origen natural, baixa humitat i cendres) dels biocombustibles, i que també s'han de prohibir les cremes agrícoles (rostolls i residus de poda). Les anàlisis de contribució de fonts al PM10 a Granollers identifiquen el trànsit, una font mineral, l'aerosol secundari, dues fonts industrials i l'aerosol marí, amb el trànsit, l'aerosol secundari i la mineral com a fonts principals. No es va poder identificar una font clara de combustió de biomassa, probablement a causa del reduït nombre de filtres amb anàlisis de traçadors orgànics.

Pel que fa a la variabilitat espacial de NO₂ al Vallès Oriental, les dues campanyes de mesura mitjançant dosimetria passiva van enregistrar rangs interquartil de 17-28 µg/m³ i 33-44 µg/m³ a l'estiu i l'hivern, respectivament. S'ha observat certa anticorrelació entre altitud i concentració, sobretot a l'hivern, de manera que la zona més crítica és la del sud-oest, on coincideixen una densitat d'emissions més alta i una menor altitud. En ordre decreixent de NO₂, els municipis més afectats han resultat ser la Llagosta, Parets del Vallès, Mollet del Vallès, Montmeló i Granollers, que malgrat la seva situació més al NE, presenta un transport intraurbà més important. Els municipis amb menors concentracions han resultat ser, en ordre creixent de NO₂, Sant Antoni de Vilamajor, Lliçà d'Amunt, Caldes de Montbui i les Franqueses del Vallès.

En conjunt, els resultats indiquen que la variabilitat de les concentracions de NO₂ al Vallès Oriental no es deu a fonts puntuals específiques sinó al conjunt de fonts locals de la mateixa comarca i a la seva orografia, que desfavorix la dispersió, sobretot a l'hivern. La suma de les emissions del trànsit rodat, tant intraurbà com interurbà, i les indústries són els responsables de les altes concentracions, sobretot a menors altituds (SO de la comarca) i a les zones més poblades, com ara Granollers.

El fet que una zona tingui condicions més desfavorables per a la dispersió dels contaminants implica que les seves conurbacions, indústries i vies interurbanes han de tenir més cura a tractar de reduir-ne les emissions.

Agraïments

Els autors agraeixen a la Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic (DGQACC) del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya el finançament dels estudis portats a terme al Vallès Oriental. Tambè agraeixen la col·laboració de totes les persones que han contribuït al desenvolupament de les campanyes intenses, incloent aquí les que formen part del grup de recerca EGAR de l'Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA-CSIC), així com també de la Diputació de Barcelona, i dels ajuntaments de Granollers, Montmeló, Parets del Vallès, Lliçà d'Amunt, la Llagosta, Montornès del Vallès, les Franqueses del Vallès, Mollet del Vallès, Martorelles, la Garriga, Sant Antoni de Vilamajor, Caldes de Montbui i Canovelles.

Referències

AIRUSE LIFE (2018): *Measures to improve urban air quality. Guidebook* (accessible a <www.cleanaircities.net>. Data d'accés: 4 març 2019).

EEA (2018): *Air quality in Europe — 2018 report*. Estudi portat a terme per C. Guerreiro, F. de Leeuw i A. Ortiz (publicat en avenç en línia a <<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>>. Data d'accés: 4 març 2019).

EZE, I.C.; SCHAFFNER, E., FISCHER, E. *et al.* (2014): «Long-term air pollution exposure and diabetes in a population-based Swiss cohort», *Environment International*, 70, p. 95–105.

GBD (2016): «Risk Factors Collaborators: Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015», *Lancet*, 388 (10053), p. 1659–1724.

GENERALITAT DE CATALUNYA (2018): *La qualitat de l'aire a Catalunya* (accessible a <<http://www.qualitatdelaire.cat/>>. Data d'accés: 4 març 2019).

IDAEA-CSIC (2013): *Caracterització de partícules atmosfèriques recollides a Granollers – 2013*. Informe tècnic redactat per a la Direcció General de Qualitat Ambiental (DGQA) del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

IDAEA-CSIC (2014a): *Caracterització de PM10 a Granollers – 2014*. Comparació filtres CSIC / DGQA. Informe tècnic redactat per a la Direcció General de Qualitat Ambiental (DGQA) del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

IDAEA-CSIC (2014b): *Caracterització de partícules atmosfèriques recollides a GRANOLLERS – 2013 i 2014*. Informe tècnic redactat per a la Direcció General de Qualitat Ambiental (DGQA) del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

IDAEA-CSIC (2017): *Caracterització química de mostres de PM10 a Montmeló – 2017*. Informe tècnic redactat per a la Direcció General de Qualitat Ambiental (DGQA) del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

IDAEA-CSIC (2018): *Medida de NO₂ por dosímetros pasivos en Barcelona – Comparación 2008-2018*. Informe tècnic redactat per a la Direcció General de Qualitat Ambiental (DGQA) del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

MILLÁN, M. M. *et al.* (1997): «Photooxidant dynamics in the Mediterranean basin in summer: Results from European research projects», *Journal of Geophysical Research*, 102, p. 8811-8823.

MILLÁN, M. M. *et al.* (2000): «Ozone cycles in the western Mediterranean basin: interpretation of monitoring data in complex coastal terrain», *Journal of Applied Meteorology*, 39, p. 487-508.

OECD (2017): *Health at a glance 2017: OECD Indicators* (publicat en avenc en línia a <https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2017_health_glance-2017-en>. Data d'accés: 4 març 2019).

OMS (2012): *World Health Organization. Health effects of black carbon*. Estudi portat a terme per Nicole AH Janssen, Miriam E Gerlofs-Nijland, Timo Lanki, Raimo O Salonen, Flemming Cassee, Gerard Hoek, Paul Fischer, Bert Brunekreef i Michal Krzyzanowski (accessible a <http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf>. Data d'accés: 4 març 2019).

OMS (2016): *World Health Organization. Ambient Air Pollution: A global assessment of exposure and burden of disease* (publicat en avenc en línia a <<https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>>. Data d'accés: 4 març 2019).

QUEROL, X., ALASTUEY, A., GANGOITI, G., PEREZ, N., LEE, H. K., EUN, H. R., PARK, Y., MANTILLA, E., ESCUDERO, M., TITOS, G., ALONSO, L., TEMIME-ROUSSEL, B., MARCHAND, N., MORETA, J. R., REVUELTA, M. A., SALVADOR, P., ARTIÑANO, B., DOS SANTOS, S. G., ANGUAS, M., NOTARIO, A., SAIZ-LOPEZ, A., HARRISON, R. M., MILLÁN, M., AHN, K.-H. (2018): «Phenomenology of summer ozone episodes over the Madrid Metropolitan Area, central Spain», *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18 (9), p. 6511-6533.

QUEROL, X., GANGOITI, G., MANTILLA, E., ALASTUEY, A., MINGUILLÓN, M. C., AMATO, F., RECHE, C., VIANA, M., MORENO, T., KARANASIOU, A., RIVAS, I., PÉREZ, N., RIPOLL, A., BRINES, M., EALO, M., PANDOLFI, M., LEE, H.-K., EUN, H.-R., PARK, Y.-H., ESCUDERO, M., BEDDOWS, D., HARRISON, R.M., BERTRAND, A., MARCHAND, N., LYASOTA, A., CODINA, B., OLID, M., UDINA, M., JIMÉNEZ-ESTEVE, B., JIMÉNEZ-ESTEVE, B. B., ALONSO, L., MILLÁN, M., AHN, K.-H. (2017): «Phenomenology of high-ozone episodes in NE Spain», *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17 (4), p. 2817-2838.

SUNYER, J.; ESNAOLA, M.; ALVAREZ-PEDREROL, M. *et al.* (2015): «Association between Traffic-Related Air Pollution in Schools and Cognitive Development in Primary School Children: A Prospective Cohort Study», *PLOS Medicine*, 12 (publicat en avencç en línia a <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4348510/pdf/pmed.1001792.pdf>>. Data d'accés: 4 març 2019).